

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
複製にあたっては、著作権侵害をしないよう十分に注意してください。

社団法人 電子情報通信学会
THE INSTITUTE OF ELECTRICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

技術報告
TECHNICAL REPORT OF IEICE
RS2002-17 (2002-04)

GE-PONに適した動的帯域割当アルゴリズム

吉原 修 太田 憲行 三島 肇基

日本電信電話株式会社, NTTアクセスサービスシステム研究部

〒261-0023 千葉県千葉市美浜区中瀬1-6 NTT千葉ビル

E-mail: yoshi.ota,noriki@saai.ntt.co.jp

あらまし 近年 ADSL や FTTH に代表されるブロードバンドアクセスによる需要が急速に高まっており、一層の高速化、低コスト化が急務となっている。GE-PON(Gigabit Ethernet PON)は高速で経済的な次世代のアクセスシステムとして非常に有望視されており、現在、IEEE802.3で標準化が進められ、標準化が進行中である。GE-PONにおいて100M~1Gbpsのシェアードアクセスを実現するためには、上り方向の帯域割当(DBA)が重要となる。本稿では、伝送遅延、高効率、高TCPスループットを達成するDBAアルゴリズムについて検討するとともに、シミュレーションによる検証結果を報告する。

キーワード GE-PON, シェアードアクセスシステム, 動的帯域割当

Dynamic Bandwidth Allocation Algorithm for GE-PON

Osamu YOSHIHARA, Noriyuki OOTA, and Noriki MIKI

NTT Access Network Service Systems Laboratories, NTT Corporation

NTT Makuhari Bldg. 1-6 Nakase, Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba 261-0023, Japan

E-mail: [yoshi.ota,noriki]@saai.ntt.co.jp

Abstract The demand for broadband access like ADSL and FTTH has recently been increasing, and a further speed-up and lower-cost access systems are desired. GE-PON(Gigabit Ethernet PON) is expected as a next-generation high speed, low cost access system, and is being standardized by IEEE802.3ah task force. To provide a shared access service of which peak speed is from 100M to 1Gbps, upstream Dynamic Bandwidth Allocation (DBA) function should be required. In this paper, we propose a DBA algorithm which realizes low delay, high bandwidth efficiency, and high TCP throughput, and show the simulation results to evaluate it.

Keyword GE-PON, Shared Access System, Dynamic Bandwidth Allocation

1. はじめに

近年、ADSL や FTTH 等、ブロードバンドアクセスへの需要が急速に高まっており、低コストで高速なアクセスサービスの提供が期待されている。

GE-PON はイーサネットの技術に基づいたロビットアクセスの高速アクセスシステムを基盤としてロビット口を呼び取り、イーサネットの開放性・進化団体であるIEEE802.3にて2001年9月に標準化(IEEE802.3ah)が決定され、2003年9月標準化完了の予定で標準化が進められている。

GE-PONにおいて、ピーク100M~1Gbpsのシェアードアクセスシステムを実現するには、上り方向の帯域割当(DBA)が不可欠である。また、それにより、ユーザーの低い遅延伝送や遅延によるクラス分け等の要求やサービスの提供が可能となる。

本稿では、伝送遅延、高効率、高TCPスループットを実現し、帯域効率や遅延によるクラス分けが可能なDBAアルゴリズムについて検討し、シミュレーションにより評価する。

2. グラント/リクエスト方式

グラント/リクエスト方式はPONシステムにおいて、帯域要求に応じた動的な帯域割当を可能にするために必要である。図1にグラント/リクエスト方式の概略を示す。各ONUは、アップ方向に基づく帯域要求を「リクエスト(帯域要求)」としてOLTに送信する。OLTは各ONUから送信されたリクエストの情報をもとに、DBAアルゴリズムによって各ONUに

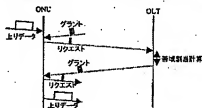


図1. グラント/リクエストのシーケンス

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものである。
取扱いにあたっては、著作権侵害とならないよう十分にご注意ください。

に割当てられ、割当て開始時刻を計測し、各 ONU に「グラント（送信許可）」を与える。グラントを受信した ONU は、指定された時刻に、指定された時間、次の周波数のリクエストと今回送信許可された上りデータ（OLT に送信する）。

3. グラント/リクエスト方式の要求条件

伝送路の要求条件の一つに、同一チャネル利用効率をあげられる。上りの効率に影響するパラメータは、ギース・アルゴリズムやリクエスト方式の割り当て方式の差、DBA アルゴリズムに起因する割当てロス等と考えられるが、本稿では、その中で特に割当てロスの低減を可能とする DBA アルゴリズムについて述べる。

もう一つの性能面からの要求条件として低遅延性があげられる。低遅延性はボイスサービスやストリーミングサービス、TDM サービス等リアルタイム通信サービスにおいて重要であるが、TCP スループットにも大きく影響を及ぼす。TCP では近接したデータの連続応答を待たずに初めて次のデータを送信できる。そのため、PON 返戻の遅延が大きい場合、RTT (Round Trip Time) が大きくなり、TCP スループットが低減する。図2に TCP スループットと RTT の関係を示す。また図1より、上りの遅延を小さくするためには、グラント遅延を短くすることが必要であることがわかる。

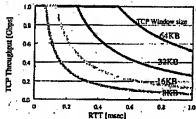


図2. RTT と TCP スループットの関係

4. 提案するアルゴリズム

4.1. コンセプト

4.1.1. 遅延によるクラス分け

前項で述べたように、高 TCP スループットを実現するためには、グラント遅延を短くし、上りの遅延を短く保つことが必要となる。しかし、遅延の削減効果の異なるグラント遅延が長くなり、遅延に対する要求条件の厳しくないサービスへの割当てのために遅延に対する要求条件の厳しいサービスの遅延が増加する。そこで遅延によるクラス分けを行い、低遅延の割当て対象の数を限定することにより、低遅延のサービスクラスに対してグラント遅延を短く保つことにした。

本アルゴリズムでは一例として2つのサービスクラスを定義した。

- (1) 低遅延クラス
 - (2) 低遅延クラス
- 低遅延クラスは高 TCP スループットが必要なサービスの他、TDM サービス等遅延に対する要求条件が厳しいサービスにも用いられ、最大遅延保証が可能なサービスクラスである。ここで最大遅延とは、一チャネルあたりのバッファが空の状態の ONU にパケットが投入したから、そのパケットが ONU

から送出されるまでの利用の最大値を示す。一方で、メール転送等、TCP を利用しているが遅延に対して特に制約がないサービスには通常遅延クラスを適用する。低遅延クラスは、高 TCP スループットの間に複数の割当て対象にグラントを与えるため、パケット間による遅延の増大を抑制し、高帯域 MAC フレームを転送できるがポイントとなる。一方で通常遅延クラスでは、一度に多くの割当てを受け、帯域の分割によるロスを減らすことがポイントとなる。

4.1.2. 帯域割当ての考え方

本アルゴリズムでは、割当てと称される「チャネル」をポート単位で帯域の割当てを行うことを前提としている。割当てポートはユーザと契約に応じて、ユーザ単位、サービス単位、ONU 単位でフレキシブルな対応付けが可能である。割当するアルゴリズムでは、割当ポート毎に帯域割当てが可能な。ここでいう帯域割当て保証とは、各割当てポートから最低帯域保証以上の帯域要求があった場合に最低でも保証帯域以上を割当てるといった意味であり、帯域要求のない割当てポートには帯域を割当てない。割当帯域は、リクエストを送出した ONU 間における帯域保証値に基づいて比例配分される。

4.2. 低遅延クラスの帯域割当て方式

4.2.1. 複数リクエスト方式

帯域の割当て方式の一定として、一度のグラントで割当て可能な最大帯域を割当てポートに設定し、複数の帯域がポート毎に帯域を要求した場合は上限付きパケット数をポート毎に割り当てるという方式が提案されている[1]。上限付きパケット数は、パケットの先頭から順番に上限値まで MAC フレームを分割しない最大の「チャネル」を言う。上限値は事前に設定できるものとする。この場合、高い帯域利用効率は実現可能であるが、帯域を要求する割当てポートが増えればそれに伴ってポートあたりのグラント遅延が増えるため、低遅延を実現することが困難となる。低遅延クラスでは、帯域を要求する割当てポートの数に関わらず、高グラント遅延を保つことが必要である。グラント遅延として、少なくともグラントとリクエストの RTT 分が必要であるため、OLT-ONU 間の最大距離が 20km であるとする、グラント遅延の理論的最小値は約 200μs となる。低遅延クラスではこの短い



図3. 単一リクエスト方式の上り遅延削減例



図4. 複数リクエスト方式の上り遅延削減例

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものである。
複製にあたっては、著作権者などから十分なご注意ください。

$$= \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n (bw_real_{jk} - bw_max) \quad (3)$$

となる。ここで各送信ポートに対して十分なデータの流入が
あり、 $\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n bw_real_{jk} = bw_max$ となる条件下では、

$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n bw_add_{jk} = 0$ となる。さらに各 bw_add_{jk} は 0 に近づくように
フィードバックがかかるため、周回 n に達する以下の有限
な値となる。

$$bw_max - (N-1) \leq \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n bw_add_{jk} \leq bw_max \quad (6)$$

ここで、 N は総ポート数である。その結果、(4),(6)式より

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n bw_real_{jk} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n bw_prop_{jk} \quad (7)$$

となり周回の送信データ量の累積値は、最低保証帯域比
で比例配分した値に漸近することがわかる。

5. シミュレーション結果

提案した DDA アルゴリズムのシミュレーション結果を示す。

図 6 は遅延によるトラフィック分けについてのシミュレーション例
を示している。最大送信時間とは、データフレームが流入して
から OLT に向けて出力されるまでの時間の最大値である。
ただし、データフレーム入力時に既にバッファ内に蓄積されて
いたフレームが送られるまでの待ち時間は含まない。シミュレーションに
使用したパラメータは MAC フレームサイズは 1500 バイト固定、伝送遅延タスクのグラント周期は
0.25ms、上向きパケットサイズは 0 の上層量はそれぞれ
27000 バイト、15000 バイトとした。提案者から求めている総遅延ポ
ートは、伝送遅延タスクが 4 ポート、通信用遅延タスクの総遅延ポ
ートが 16 ポートである。リネスタは総遅延ポート毎に 64 バイト長の
MAC コントロールフレームにより遅延、PON 側のプ
ラント制御はガードタイムは合計 10 バイトとした。各 OKU へ
の入力は 1Gbps の連続流りを設定している。伝送遅延タ
スクの最大送信時間は 0.45ms-0.75ms に設定しているのに対し、
通信用遅延タスクは 3ms-7ms と遅延が大きく設定されているが、
各遅延タスクで一定間隔で最大値をとっているのは、
それまでの過剰な側面を削減するための側面が打ちあわぬ
間隔が存在するためである。

図 7 に最低保証帯域比に基づく帯域割当のシミュレーション
例を示す。それぞれの最低保証帯域は、総遅延ポート 1 が
400Mbps、2 が 300Mbps、3 が 150Mbps、4 が 50Mbps
である。k1-k5 は伝送遅延タスク、k6 が通信用遅延タスクで
ある。縦軸は、各遅延ポートのスループットの累積平均を示
している。グラント周期は 0.22ms とした。その他の条件は図
6 と同様である。伝送遅延タスク、通信用遅延タスクとも最低保証
帯域比で帯域割当が受けられていること、及び 20ms 程度
で帯域割当の目標値に収まっていることがわかる。

図 8 に TCP スループットのシミュレーション例を示す。最
大パケットサイズを 6000 バイトとし、DDA アルゴリズムを
適用している。それぞれの最低保証帯域は総遅延ポート
k1 が 450Mbps、k2 が 300Mbps、k3 が 150Mbps であり、す
べて伝送遅延タスクである。総遅延ポート 3 には約 100ms 間隔

で周期的にデータ入力があり、1 回のデータ入力は約 50ms
間隔とするものとした。グラント周期は 0.22ms とした。TCP ス
ループットは 10 秒間隔で 4ms の平均値である。図 8 の結
果から、各ポートとの帯域共有時にも負荷に応じてタイムリ
ーに帯域の配分ができていことがわかる。

5. 結論

OE-PON において、伝送遅延、通信用、高 TCP スループ
ットを満足し、また最低保証帯域に基づく帯域の公平配分を
可能とする動的帯域割当アルゴリズムを考案し、シミュレー
ションによりその効果を示した。

謝辞

本研究にあたり、日頃からご指導、ご鞭撻を賜りました
NTT アクセス・ビジネスシステム開発部アクセスサービスネット
ワーク推進プロジェクトの電賀・エーダ、高木・タに御
礼申し上げます。

文 献

- [1] G.Kramer, R.Mukherjee, G.Fewson, IPACT: A
Dynamic Protocol for an Ethernet PUK(E-PON),
IEEE Communications Magazine, pp.74-80,
February 2002.
- [2] 上見 孝雄, 菅 雅夫, 上田 孝巳, 渡辺 純司, パッシブ
ダブルスター光アクセスシステムにおけるシェアードア
クセス方式の提案, 電子情報通信学会論文誌, vol. J84-A, no.9, pp
1578-1586, Sep.2001.

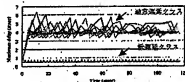


図6. 最大遅延時間

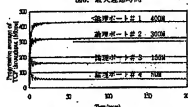


図7. スループットの累積平均

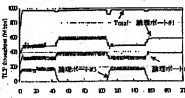


図8. TCPスループット

本複製物は、特許庁が著作権法第24条第2項第1号の規定により複製したものです。
 取扱いにあたっては、著作権侵害とならないよう十分にご注意ください。

複写される方へ

本誌に掲載された著作権を有しないものは、1071日本電機学会センターと本誌発行権者との関係にある企業との関係
 にはない。記事の複製と改題等から著作権等の侵害を受ける権利を有する者からの複製を受ける。著作権の複製、改題
 のような複製行為は、著作権者へ通知する。

〒107-0002 東京都港区赤坂4-4-1 日本電機学会 学術情報部
 TEL: 03-3475-1614 FAX: 03-3475-5819 E-mail: mika.sato@piehouse.co.jp

アメリカ合衆国における権利については、次に述べて下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.
 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
 Phone: +1-978-750-8400 FAX: +1-978-750-4744 URL: <http://www.copyright.com>

Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission
 from the following organization which has been delegated for copyright clearance by the copyright
 owner of this publication.

Except in the USA

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

5-11 Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0011 Japan
 TEL: +81-3-3475-5814 FAX: +81-3-3475-5819 E-mail: mika.sato@piehouse.co.jp

in the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
 Phone: +1-978-750-8400 FAX: +1-978-750-4744 URL: <http://www.copyright.com>



電子情報通信学会技術研究報告 信学技報 Vol. 102 No. 20

2002年4月12日発行

IEICE Technical Report

© 電子情報通信学会 2002

Copyright: © 2002 by the Institute of Electronics, Information
 and Communication Engineers (IEICE)

発行人 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会会館内

代表人 電子情報通信学会 事務局長 家田信明

発行所 東京都港区芝公園3丁目5番8号

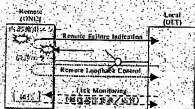
代表人 電子情報通信学会 編集 (03)3453-6691 FAX (03)3453-6669
 E-mail: ieice@ieice.org 郵便振替口座 0020-0-53000

The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers,
 Kikui-Shinko-Kaikan Bldg. 5-8, Shibakoen 3 chome, Minato-ku,
 TOKYO, 105-0011 JAPAN

本技術研究報告に掲載された論文の著作権は(社)電子情報通信学会に帰属します。

Copyright and reproduction permission: All rights are reserved
 and no part of this publication may be reproduced or transmitted
 in any form or by any means, electronic or mechanical, including
 photocopy, recording or any information storage and retrieval system,
 without permission in writing from the publisher. Notwithstanding,
 instructors are permitted to photocopy isolated articles for
 noncommercial classroom use without fee.

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱いにあたっては、著作権保護とならないよう十分にご注意ください。



図： OAM機能

(1) Remote Fault Indication
OAMでは、ONUでの故障イベントをOLTに通知するためのOAMフレームを規定している。イベントの通知としては、緊急度の高いCritical Linkイベントと、低レベルに属するLinkイベントがある。Event Notification OAMフレームは、Linkイベントを送信した際のフレームであり、既定の間隔または伝送エラー率で定期的にフレームを送信する。OAMフレームは、緊急度の高いCritical Link イベントは、全てOAMフレームに格納され、リンクが正常であることを示す。

(2) Remote Length Control
OAMでは、送信機が送信するフレームの長さのOAMフレームを規定している。Length Control OAMフレームは、フレームの長さを制御するためのフレームであり、OLTからのフレームをONUに送信する。フレームの長さを制御する。フレームの長さを制御する。

(3) Link Monitoring
ONUのリンク状態を監視するためのOAMフレームを規定している。OLTからのVariable Request OAMフレームは、リンクの状態を監視するためのフレームであり、ONUからのVariable Request OAMフレームは、リンクの状態を監視するためのフレームである。

(4) Link Monitoring
ONUのリンク状態を監視するためのOAMフレームを規定している。OLTからのVariable Request OAMフレームは、リンクの状態を監視するためのフレームであり、ONUからのVariable Request OAMフレームは、リンクの状態を監視するためのフレームである。

(5) Link Monitoring
ONUのリンク状態を監視するためのOAMフレームを規定している。OLTからのVariable Request OAMフレームは、リンクの状態を監視するためのフレームであり、ONUからのVariable Request OAMフレームは、リンクの状態を監視するためのフレームである。

しめる形で、OAMフレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(1) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(2) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(3) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(4) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(5) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(6) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(7) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(8) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(9) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(10) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(11) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(12) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(13) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(14) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(15) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(16) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(17) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(18) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(19) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(20) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(21) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(22) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(23) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(24) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(25) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(26) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(27) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(28) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(29) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(30) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(31) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(32) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(33) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(34) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(35) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(36) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(37) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(38) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(39) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

(40) 送信フレームは、OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。OAMフレームを送信する。

本規格は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
 複製にあたっては、著作権保護とならないよう十分にご注意ください。

- (1) EPDM 標準範囲内の範囲
 キーフレームのドメインフレームには各別な事項で
 あるが、EPDM 標準の範囲から創製している事項。
 (2) OAM Channel における複製が規定およびルー
 プバックの取得方法の取得
 (3) ONU プログラミングの取得
 (4) EPDM 標準範囲外の範囲
 EPDM 標準にないが、採用し規定すべき
 項目。

- (1) MAC Control Client における GATE/REPORT の
 生成および複製方法の取得
 (2) フラッシュメモリ複製方法の取得
 (3) 複製すべき項目の範囲
 (4) 複製すべき項目の範囲

4.1 EPDM 標準範囲内の範囲

4.1.1 OAM Channel 範囲

(1) Critical Link イベントの取得

4.1.1.1 Critical Link イベントの取得
 Critical Link イベントは、Link Fault、
 Drop Event、Critical Event のものが規定されているが、
 具体的な複製方法は EPDM 範囲外とされている。しか
 し、この複製方法は、具体的な複製と対応する
 Critical Link イベントを複製する必要がある。

複製すべき項目

- ・ Loss of Link Signaling Link Fault
- ・ 複製対象項目: Drop Event
- ・ 複製対象項目: Critical Event

(2) 複製の範囲

また、具体的な複製すべき項目の範囲も必要である。
 複製対象項目/範囲を複製化することにより、パ
 ンダ間の複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。

(3) ループバックの取得方法

4.1.1.2 ループバックの取得方法
 Critical Link イベントの範囲は、複製対象項目、パ
 ンダ間の複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。



図 4.1 EPDM 標準のループバック Insert All / Drop All
 ループバック取得方法の範囲

- ・ Insert All / Drop All を OAM Channel に書き込む
- ・ ループバックの範囲を複製化するフレーム
 を複製化するフレームを複製化する
- ・ Insert All の複製化は、フレームの複製化と
 Drop All の複製化は、フレームの複製化と複製化の複製化
 と複製化の複製化と複製化の複製化
- ・ Insert All の複製化は、フレームの複製化と複製化の複製化
 と複製化の複製化と複製化の複製化

4.1.2 ONU プログラミング

ONU を動作させるためには、Auto Discovery に
 よる複製化が必要である。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。

ONU プログラミングの複製化の範囲

- ・ Organization Specific OAM フラッシュメモリ
 フラッシュメモリ項目を複製化する
- ・ 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。

4.2 EPDM 標準範囲外の範囲

4.2.1 MAC Control Client 範囲

4.2.1.1 MAC Control Client 範囲
 MAC Control Client 範囲は、複製対象項目、パ
 ンダ間の複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。

複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。

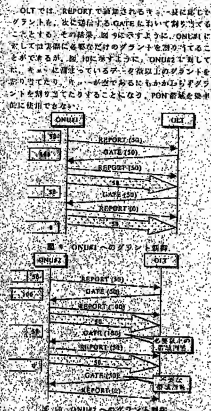
(1) ONU 側の REPORT

複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。

(2) ONU 側の REPORT

複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。
 複製化は、この複製化を必要とする。複製化は、この複製化を必要とする。

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
 複製にあたっては、著作権保護等ならぬよう十分にご注意ください。



このように、PON方法を効果的に使用するために、ONU1/ONU2 Control Clientに適切なREPORTを伝送する必要がある。特に、OLTのMAC Control Clientに適切なREPORT制御信号の転送を要する必要がある。

REPORT送信/225

- ・ 送信側のONUは、定期的に送信されるレポートを受信し、その結果をREPORTを伝送する。
- ・ ONUは、送信側のONUのMAC Control ClientのMACアドレスを伝送する。

4.2.1 グラントキー使用法

- (1) マルチキャストグラントキーの対応付の処理
- 1) 以下に示すように、MPCは、送信側のMACアドレスを伝送する。このMACアドレスは、どのMACアドレスのMACアドレスを伝送する。

レポートを送信する場合は、MPC、ONUでは送信されない。このMACアドレスの使い方は、ONUは、MPCのアドレスを伝送する。このMACアドレスは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。

MPC制御フレームやOAMフレーム(Critical Link イベント)に伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。

このように、MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。

ONUは、MPCに伝送される。ONUは、MPCに伝送される。ONUは、MPCに伝送される。ONUは、MPCに伝送される。ONUは、MPCに伝送される。

項目	説明
送信側のMAC	送信側のMAC
受信側のMAC	受信側のMAC
送信側のMAC	送信側のMAC
受信側のMAC	受信側のMAC
送信側のMAC	送信側のMAC
受信側のMAC	受信側のMAC
送信側のMAC	送信側のMAC
受信側のMAC	受信側のMAC
送信側のMAC	送信側のMAC
受信側のMAC	受信側のMAC

このように、MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。

5. 制御

このように、MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。MPCは、ONUに伝送される。

- (1) 送信側のMAC
- (2) 受信側のMAC
- (3) 送信側のMAC
- (4) 受信側のMAC
- (5) 送信側のMAC
- (6) 受信側のMAC
- (7) 送信側のMAC
- (8) 受信側のMAC
- (9) 送信側のMAC
- (10) 受信側のMAC

